

基于构件的电力生产管理软件标准化^①

王琦¹, 刘曙元², 沈毅³, 彭丹²

¹(中国传媒大学 计算机学院, 北京 100024)

²(北京国电联合商务网络有限公司, 北京 100039)

³(深圳市国电信息技术股份有限公司, 深圳 518031)

摘要: 以软件构件技术为基础构造电力生产领域软件标准化体系, 需要解决领域特征分析、构件规约机制及其应用系统组装等基本问题。针对上述问题, 提出领域特征的构件化规约和应用系统柔性双向组装机制, 并与现有的领域技术规范标准和资源管理信息相融合, 初步形成了电力生产领域软件标准化体系参考模型。

关键词: 领域标准体系; 构件化规约; 双向柔性组装

Component-Based Software Standardization in Electric Production Management Domain

WANG Qi¹, LIU Shu-Yuan², SHEN Yi³, PENG Dan²

¹(School of Computing, Communication University of China, Beijing 100024, China)

²(Beijing State Power Union B-Net Co. Ltd, Beijing 100039, China)

³(State Power Information Technology Inc, Shenzhen 518031, China)

Abstract: The software standardization in electric production management based on component need to solve domain feature analysis, component protocols mechanism and application system assembly. Aiming at above problems, combining with domain technical standards and resource management information, the domain component protocols based on domain feature and system two-way flexible assembly mechanism are proposed to form software standardization reference model in electric production management.

Key words: domain standard system; domain component protocols; two-way flexible assembly mechanism

电力生产管理软件是指采用计算机软件技术对发电企业电能产品生产的全过程进行管理, 包括生产资产管理、设备资产管理、生产运行管理等。从软件复用的观点看, 尽管软件系统构成复杂, 但其基本成份却有许多相同或相似部分^[1]。按照基于构件的软件开发方法^[2,3], 将电力生产领域应用中的各种相同或相似的部分提取出来, 开发成为通用的领域软件构件, 通过构件组装^[4]来形成电力生产管理系统, 可以有效减少软件的重复开发, 降低系统的开发和维护成本, 提高整个领域信息化应用水平。

基于构件的软件开发方法强调系统的功能分解和通过定义良好的接口对系统的各个组成部分进行

组装^[5], 特别适合于业务功能耦合度低的系统结构。电力生产管理软件的构件化需要对领域内的各种业务功能应用进行深入分析研究, 找出业务共性, 可以作为信息化应用的通用基础功能。本文即是以此为出发点, 应用软件复用的技术思想^[6,7], 对电力生产业务应用进行了分析研究。

1 电力生产领域基础特征分析

电力生产具有资金和资产密集的特点, 主要生产活动以设备管理, 运行管理为核心, 以生产任务计划管理为主线, 实现设备生命周期管理和电力生产作业相关信息的闭包。其中, 资源和业务规则构成了电力

① 基金项目:国家高技术研究发展计划(863)(2009AA010314)

收稿时间:2011-05-24;收到修改稿时间:2011-06-15

生产领域的业务基础，一切生产活动都是围绕着资源进行的规则化的业务模式，具体来说，其业务应用的基本特征包括：

1) 设备资源的密集性

电力生产业务活动涉及的设备资源种类繁多，从物料的传递到能源的转化，各部门各专业的生产活动都是以设备的可靠运行为保障。与之相应的设备资源的数据信息维护量是巨大的，这就要求建立有效的生产设备资源信息维护机制。

2) 业务功能的重复性

由于电力生产基本是按行政区域划分进行的，相同发电模式的不同发电集团的各地域电厂均使用功能相同或相似的电力生产管理系统，无论是应用国外行业通用型软件的改造版，还是国内的领域化软件，电力生产管理的基本模式都是相似的。

3) 业务规则的复杂性

由于电能的不易存储性，对电力生产过程中涉及的多专业工种，多功能门类协同生产的安全性和实时性要求很高，相关的生产业务规范和标准名目繁多，通过对业务规则的规范化标准化管理来克服人员作业中的不确定性和随意性，规范工作程序和行为，提高安全生产作业水平。

1.1 业务资源规则建模

本文借鉴 IEC61970/61968 标准的 CIM 模型^[8-11]，建立以电力生产资源模型（位置）为核心，设备模型（资产）、功能位置模型（地理）关联映射的统一基础数据模型。将资源要素按照电力生产设备工艺特征进行层次特征的分类（如表 1），形成电力生产资源特征的节点关系模型。

表 1 电力生产核心资源分类

层次	命名	英文名	注解
1	单位域	CDomain	分公司、电厂
2	资源域	RDomain	电力资源分类
3	系统域	SDomain	资源功能特征
4	单元域	UDomain	同等功能特征的设备集
5	设备域	EDomain	设备及部件

通过对资源模型的构建，实现统一的数据元素标准和信息编码体系，从而保证安全生产管理核心对象数据模型的科学性、唯一性和标准性。

1.2 生产业务规则建模

电力生产业务规则建模的主要目的是结合

IEC61970/61968 模型标准^[8-11]和电力生产管理系统的 应用特点，依据国家行业制度规程一级管理制度，以业务规则基础框架的构件形态组装入系统中，辅助业务规范化的管理和生产系统的实际应用，业务规则基础框架构建如图 1。

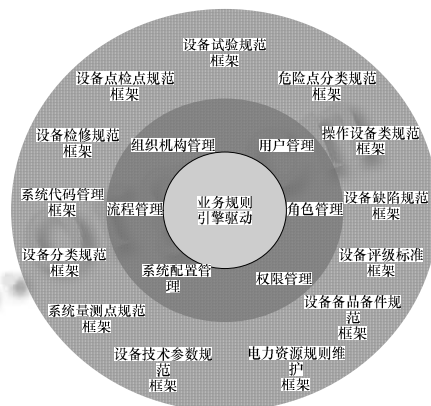


图 1 业务规则基础框架构建环图

电力生产业务规则包括一系列的生产业务规范和业务逻辑的标准化处理，涵盖设备分类规范、设备分类技术参数规范、设备分类备品备件规范、设备检修规程等等。

2 电力生产领域基础特征分析

基于构件化的领域应用要解决的核心问题是业务功能层次的合理分解和组装。从功能分解的角度分析，由于不同领域业务应用自身的纷繁复杂和动态变化，导致领域应用构件化的困难。解决思路可以根据具体的领域特征分析，改变过去相同领域类似功能模块的重复性设计开发的“横向模式”，转变为采用业务应用分层，领域功能的构件化框架柔性组装的“纵向模式”，提炼出各种具体业务的共性和特性，建立各级领域应用框架，并相应的映射为一系列领域应用的构件化分类体系，框架底层以业务模型解析和 XML 数据交互总线^[12]贯穿，从而保证领域功能应用到构件化应用模式的合理映射，足以体现领域应用的具体功能性要求。

从功能组装的角度分析，利用领域构件的柔性组装机制，将业务构件体系划分为特征构件、组装规则构件、复合业务构件和业务应用框架等四个构件层次。

2.1 功能规约

领域构件功能规约是关于构件语法描述信息的集合，也是构件最基本的描述信息。现有的软件构件规

约方法中都有软件构件接口规约的内容, 软件构件功能规约主要有构件基本信息、功能说明信息、构件分类信息等组成。根据电力生产领域应用的特点, 以上几类构件的功能规约可形式表示为:

$$FincRule = \langle C_id, C_name, C_space, C_Edition, FuncSpeci, Type \rangle$$

其中, C_id 为构件标识号; C_name 为构件名称, 软件构件的名称主要是为对其管理和调用服务的, 为保证软件构件的名称在特定范围内的唯一性, 软件构件命名必须在给定的名字空间 C_space 内命名;

C_space 描述了领域构件体系的类属关系和功能应用划分, 例如设备缺陷管理功能框架中的设备缺陷现象管理构件的特征构件可表示为:

$$\langle Fc, equip_default - appear \rangle$$

Edition 为构件的版本信息; FuncSpeci 为构件的功能说明; Type 为构件类型, 按照四类构件分层, 可细化为如表 2:

表 2 构件分类表

C_space	Type	Description
Fc (特征构件)	D	数据类
	P	流程类
	L	逻辑类
	U	展示类
Cr (组装规则构件)	CC	构件-构件组装
	CF	构件-框架组装
Ac (领域复合构件)	RS	资源复合构件
	RU	规则复合构件
BF (领域框架)	RSF	资源复合框架
	RUF	规则复合框架
	BBF	业务基础框架
	BFF	业务功能框架

2.2 接口规约

领域构件接口规约是关于构件内、外交互语法描述信息的集合, 也是软件构件最基本的描述信息。现有的软件构件规约方法中都有软件构件接口规约的内容, 软件构件接口规约主要有构件接口一般信息、应用环境信息和所在功能位置信息等组成。形式表示为:

$$InterRule = \langle Int_Id, Int_detail, Int_env, Rc, Dx \rangle$$

其中, Int_Id 为构件接口 ID; Int_detail 为构件接口描

述, 可表示为 $\langle Int_pt, Int_p, Int_speci \rangle$ 二元组, 其中 Int_pt 表示接口参数集, Int_p 表示接口参数类型, Int_speci 是对接口的注释信息, 帮助用户更好地理解该接口信息, Int_pt 可分为输入参数集和输出参数集; Int_env 为应用环境信息是对构件使用环境的总体描述, 如该构件的执行环境(操作系统应用、后台应用数据库)、编程环境(编程语言、类库、工具集)、网络环境(网络协议、端口信息)等; Rc 为运行配置构件(xml 文件), 描述了构件的本地化参数配置, 根据实际业务应用进行参数调整, 提高构件的业务应用柔韧性; Dx 为部署文件(xml 文件), 分配了自定义的统一资源定位符(URL), 规定整个应用程序和特定 servlet 的初始化参数, 控制 session 会话的失效时间, 声明过滤器, 声明安全角色, 通过声明安全角色来限制 Web 资源的访问权限等。

2.3 组装规约

组装规约是对领域构件应用行为的描述, 构件的组装规约可以看作是接口规约的扩展, 用于描述构件的过程语义, 普遍采用一系列前后置条件及其与功能的关系来描述。前置条件是功能被激活的必备条件, 即只有所有前置条件都满足, 该功能才能执行, 后置条件是功能执行的结果, 即一旦功能被激活, 则一定产生这些后置条件。可形式表示为:

$$CompRule = \langle FuncName, conPre, conPost \rangle$$

其中, FuncName 为功能名, 该功能必须在软件构件功能规约中的功能描述中被声明; conPre 为该构件被组装之前的一系列条件, 即所谓的前置条件, 其是一个复杂的逻辑表达式; conPost 为该构件被组装之后所产生的一系列结果, 即所谓的后置条件, 后置条件也是一个逻辑表达式。

此处仅对组装规约的一般形式进行简单概括, 之后将在本文的第三部分做详细阐述。

3 电力生产领域构件柔性组装机制

由于领域应用的复杂性和多变性, 对领域应用软件的设计和开发提出了更高的要求。基于构件化的领域应用系统必须满足动态变化的应用需求, 这就要求在软件设计之初, 就要对领域构件本身和应用组装留出柔性扩展空间, 即当领域应用发生变化时, 软件不用修改或稍做修改就能在一定范围内满足需求变化。

电力生产业务通过平台型、集成化、通用化的应

用和管理环境,将多种应用子系统或功能模块进行平滑联合和无级扩展,这种应用的复杂性和业务多样性,对应用软件的柔性提出了更高的要求。

按照领域应用的构件化要求和领域构件柔性组装规约的基本思路,系统应用组装的规约形式按照功能说明—前置条件—后置条件的方式进行描述,在分析了电力生产领域应用的特点后,提出了采用横向构件组装和纵向构件组装相结合的双向构件柔性组装机制,进行电力生产领域构件柔性组装的立体化分析。

3.1 横向构件组装

横向构件组装是以电力领域构件间的特征依赖和调用关系角度出发对组装机制进行横向的描述。构件内部的特征关系可以归结为并行、条件和引用三种类型,所以构件之间的依赖关系也同样可以分为这三种。构件的横向组装,就是通过各类特征关系的组合运用,达到业务功能的柔性组装。可以通过在组装规约的前后置条件中添加相应的条件来表达这些关系。下面分别叙述把特征之间的并行、条件和引用三种关系,转换为功能前后置条件的方法。

定义 1. <并行组装>

并行组装是指两个领域构件 A1 和 A2 之间没有直接的关联,领域构件 A1 和 A2 可以同时执行。在平行关系中,由于两个领域构件 A1 和 A2 之间没有直接的联系,所有 A1 和 A2 的组装规约仅仅分别包含领域构件 A1 和 A2 的内部逻辑信息,不需要增加关于领域构件 A1 和 A2 调用关系的逻辑条件,也就是说,对于并行组装,不需要对功能 A1 和 A2 的前后置条件作任何修改。执行如图 2。

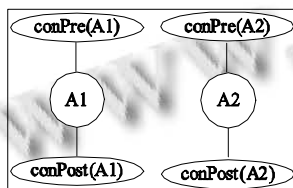


图 2 并行组装

定义 2. <条件组装>

条件组装是指两个领域构件 A1 和 A2 之间必须按照给定的顺序组装调用,可分为资源条件组装和规则条件组装。

定义 2.1 <资源条件组装>

资源条件组装是以业务资源规则模型层次关系为

基础,实际业务构件应用以资源层次分类模型数据为组装前提。执行如图 3。

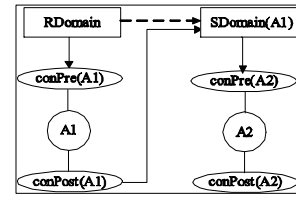


图 3 资源条件组装

构件 A1 必须在资源层次规则 RDmain 域完成前置条件的初始化处理,才能进行构件 A1 的组装,同样 A1 的后置条件必须经过 SDmain 域的数据分析才能做为构件 A2 组装的前提。RDmain 域和 SDmain 域通过资源基础框架进行数据聚类和分析处理。

定义 2.2 <规则条件组装>

规则条件组装是以生产业务规则模型为基础,实际应用构件组装以业务规则链为组装路线,完成一般电力生产的典型应用。以设备缺陷管理业务规则模型为例,对领域构件 A1, A2, A3, A4, A5 进行规则条件组装,执行如图 4。

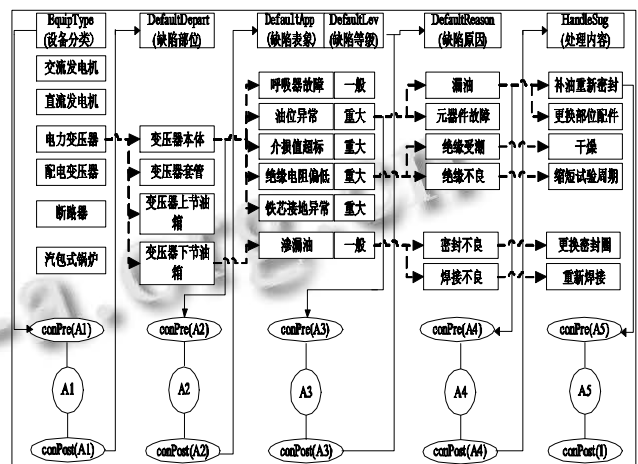


图 4 规则条件组装图

以领域构件 A1, A2 和 B1, B2, B3 的条件组装为例,其转换规则可归纳为:

A1 和 A2 的资源条件组装:

初始规约:

(FuncName(A1), conPre(A1), conPost(A1))
(FuncName(A2), conPre(A2), conPost(A2))

转换规约:

(FuncName(A1), conPre(A1) ∧ RDomain,
conPost(A1) ∧ SDomain(A1))
(FuncName(A2), conPre(A2) ∧ SDomain(A1),
conPost(A2))

B1, B2 和 B3 的规则条件组装:

初始规约:

```

(FuncName(B1), conPre(B1), conPost(B1))
(FuncName(A2), conPre(A1, A2),
conPost(A1, A2))
(FuncName(A3), conPre(A3) ^ Func(a1, a2),
conPost(A3))

```

转换规约:

```

(FuncName(B1), conPre(B1), conPost(B1)
^ BusiRule1(B1))
(FuncName(B2), conPre(B2) ^ BusiRule1(B1),
conPost(B2))
(FuncName(B3), conPre(B3) ^ BusiRule2(B2),
conPost(1))

```

注: conPost(1)代表构件组装完毕

定义 3. <引用组装>

引用组装是指待组装的领域构件 A, A2 和 A3 存在引用关系, 即只有当 A2 引用组装了 A1 之后, 才能与 A3 进行组装, 执行如图 5。

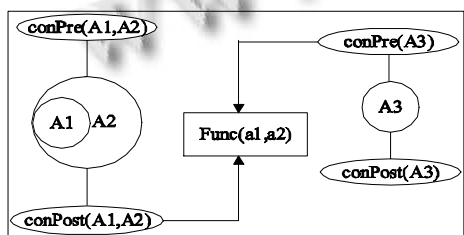


图 5 引用组装

A3 的柔性组装需要 A2 和 A1 共同参与完成, 同时 A1 作为 A2 的一部分而存在, 二者共同完成 A3 的前置条件, 引入布尔型条件控制函数 Func(a1,a2), 此时 A1 和 A2 组装完成复合构件的构建过程。以领域构件 A1, A2 和 A3 的引用组装为例, 其转换规则可归纳为:

初始规约:

```

(FuncName(A1), conPre(A1), conPost(A1))
(FuncName(A2), conPre(A2), conPost(A2))
(FuncName(A3), conPre(A3), conPost(A3))

```

转换规约:

```

(FuncName(A2), conPre(A1, A2),
conPost(A1, A2))
(FuncName(A3), conPre(A3) ^ Func(a1, a2),
conPost(A3))

```

3.2 纵向构件组装

按照领域应用的构件化要求和领域构件柔性组装的基本思路, 系统应用柔性纵向组装的核心过程就是自顶向下定义各层的复合构件及其组装连接方式, 然后自底向上地快速搭建系统。具体的, 特征构件的构

成元素通过组装规则构件, 在数据总线和服务规则引擎的驱动下合理组合成业务复合构件, 复合构件经过柔性组装为资源基础框架和规则基础框架, 二者分别通过组装规则构件的接口匹配完成到业务基础框架的实现过程, 业务基础框架对外提供通用资源服务, 领域规则服务和引擎驱动服务, 是完成所有基本业务功能的应用核心。在业务基础框架的作用下, 根据具体业务功能的应用要求对框架内的领域构件进行参数配置, 实现业务功能框架的柔性组装过程。图 6 所示为基于构件化领域应用的纵向组装原理。

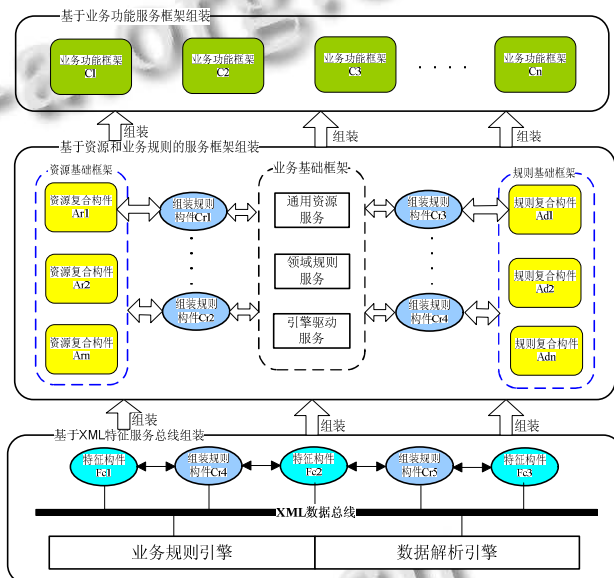


图 6 基于构件化领域应用的纵向组装原理图

4 实现举例

以设备缺陷管理规则基础框架为例, 图 7 展示了在业务流程中的该框架的构件应用组装情况。设备缺陷管理业务流程作为主线, 分别在流程节点应用规则基础框架构建应用组装。设备档案构件和成图构件在拓扑跟踪规则组装构件的协调下完成资源条件组装过程, 主要是实现了根据业务资源规则模型和现场设备状况的设备层次图形展示; 缺陷部件构件、缺陷表象构件、消缺建议构件和设备危险点构件按照逻辑选择模式进行规则条件组装, 此部分是设备缺陷管理规则基础框架的核心; 工作计划构件和人员技能构件本身没有直接联系, 通过逻辑规避构件的组装应用进行并行组装过程, 实现了按人员技能等级和技能特长的工作任务分解和消缺作业安排; 最后, 通过业务功能服

务框架进行设备缺陷流程的纵向构件组装过程，实现设备缺陷管理业务流程的完整应用部署。

由于篇幅原因，图 8 展示了设备缺陷管理规则基础框架中的设备缺陷现象规范构件的系统组装界面，按照规则条件组装原则，缺陷现象规范构件完成与缺

陷部位规范构件的组装，其中，缺陷部位规范构件以缺陷部位树形展示方式，按照业务规则通过对具体不同部位节点所表现的缺陷现象进行分析和维护，为之后的缺陷原因归纳和消缺建议提供指导。

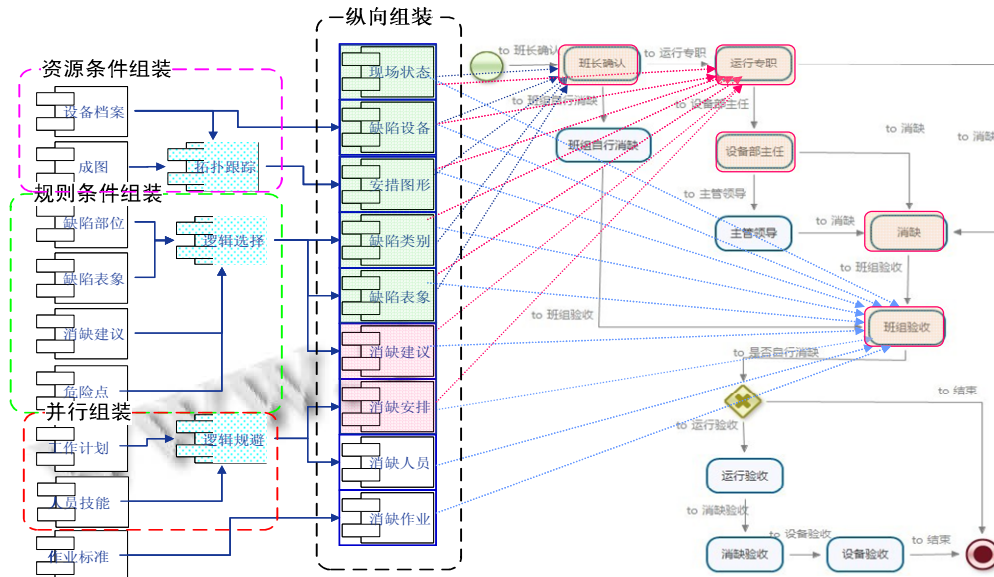


图 7 构件组装过程示例—设备缺陷管理流程

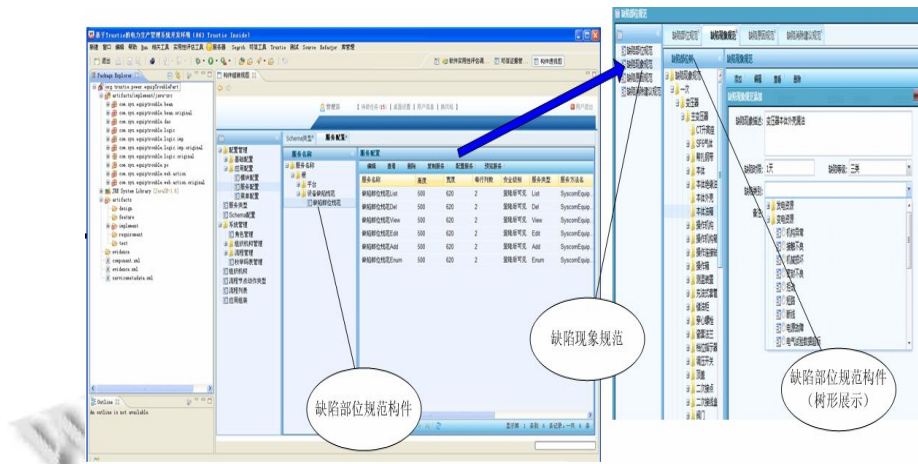


图 8 设备缺陷现象规则复合构件组装界面

5 总结

本文针对电力生产领域应用的技术特点，对制定基于构件的电力生产领域软件标准的若干基础性研究进行了较为系统的论述，特别是通过对电力生产领域软件的构件化规约和柔性组装机制而实现软件开发的标准化进行了重点的讨论。下一步工作包括构件组装模型的细化和针对业务流程的应用分析。

参考文献

1 McIlroy MD. Mass-Produced SoftWare Components, Software Engineering Concepts and Techniques. 1968 NATO Conference on Software Engineering, Van Nostrand Reinhold, 1976:88-98.

(下转第 228 页)

型,变化的文件和最后的恢复结果等信息。

序号	时间	操作类型	变化的文件	是否已恢复
0	2011-7-26:23:53:46	删除了文件	testDelete.php	已恢复
1	2011-7-26:23:54:1	添加了新文件	testAdd.php	已恢复
2	2011-7-26:23:54:11	重命名了文件	testRename.ph...	已恢复
3	2011-7-26:23:54:20	修改了文件	testModify.php	已恢复

图4 程序运行结果截图

6 结语

该系统在文件监控的时候是开启了一个线程,该线程对监控文件进行实时的消息获取,如果文件进行了任何操作,则会产生一个相应的消息,该线程就是专门获取该消息,然后根据消息的类别进行相应的处理,比如对修改文件,添加文件,删除文件,修改名称等消息做相应的处理,但是这里存在一个问题,就是如何保证该线程的安全?

众所周知,线程是可以终止的,假如该线程被终止了,那么就无法对目标文件进行实时监控,所以在本系统中需要对该监控线程做一个保护,这样就制止了非法的终止该线程的执行。

本系统在一定程度上对备份文件做了保护,可以防止备份被非法的篡改以及通过 MD5 码制止了被篡改的网页文件被恢复到监控目录,但是并没有彻底的实现对备份文件的保护,如果备份文件被彻底的删除则无法恢复网页文件,在下一步的研究中,可以通过非授权时禁止访问备份文件的方式对备份文件加以保

护,或者只有最高权限的用户账号才能访问备份文件的方式保护备份文件,通过这两种方式,可以解决备份文件被删除后无法还原网页文件的问题,然后再结合使用本文中的 MD5 校验,DES 加密,文件重命名对备份文件中的网页文件加以保护,最终达到备份文件无法被篡改和删除的效果,从而在根本上解决备份文件的安全性问题。

参考文献

- 1 牛少彰,江为强.网络的攻击与防范—理论与实践.北京:北京邮电大学出版社,2006.
- 2 李枫,刘志永,马丽.网页反篡改技术研究及应用.电力信息化,2008,(7):124-126.
- 3 杨飞.网页防篡改技术.计算机安全,2008,(9):76-77.
- 4 张磊,王丽娜,王德军.一种网页防篡改的系统模型.武汉大学学报,2009,(1):121-124.
- 5 吴新华,周建.网页防篡改软件的设计与实现.南通纺织职业技术学院学报,2009,(4):18-20.
- 6 杨敏.网页防篡改安全研究.中国高新技术企业,2010,(25):72-74.
- 7 杨雷.网页防篡改安全技术的研究与实现.西安,西安电子科技大学,2008.
- 8 王海涛,杜宏伟.网站内容安全防护技术浅析.信息化研究,2010,(12):1-3.

(上接第265页)

- 2 Brown AW, Wallnau KC. The current state of CBSE. IEEE Software,1998,9:37-46.
- 3 Cai X, Lyu MR, Wong KF, et al Component-Based Software Engineering: Technologies, Development Frameworks and Quality Assurance Schemes. Proc. of the 7th Asia-Pacific Software Engineering Conference. 2000: 372-379.
- 4 徐征,陈雪飞,刘晓铭,等.一种构件化的动态软件系统模型.小型微型计算机系统,1999,(2):98-101.
- 5 张世琨,张文娟,常欣,等.基于软件系统结构的可复用构件制作和组装.软件学报,2001,12(9):1351-1359.
- 6 杨美清,梅宏,李克勤.软件复用与软件构件技术.电子学报,1999,(2):68-75
- 7 杨美清,王千祥,梅宏,陈兆良.基于复用的软件生产技术.中国科学,2001,31(4):363-371.

- 8 Draft IEC61970: Energy Management System Application Program Interface. Part 301: Common Information Model (CIM).Draft 6.
- 9 Draft IEC61970: Energy Management System Application Program Interface. Part 302: Common Information Model. Financial, Energy Scheduling and Reservation. Draft 2.
- 10 Draft IEC61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 302: Common Information Model (CIM) SCADA. Draft 2.
- 11 张慎明,刘国定.IEC61970 标准系列简介.电力系统自动化,2002,26(14):1-6.
- 12 郑志琴,钟叔玉.柔性 MIS 及其支撑技术.昆明理工大学学报,2001,26(2):8-11.